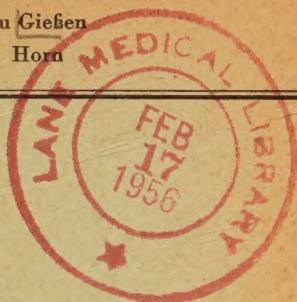


Aus dem Veterinär-Physiologischen Institut  
der Justus Liebig-Hochschule zu Gießen  
Direktor: Prof. Dr. Valentin Horn

---



Osmotische und mechanische Resistenz der  
roten Blutkörperchen bei Haussäugetieren  
(Rind, Ziege, Pferd, Schwein, Hund, Kalb)

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Veterinär-Medizinischen Fakultät  
der Justus Liebig-Hochschule zu Gießen

vorgelegt von  
Georg Roche  
Tierarzt aus Oberglogau

Gießen 1954



Aus dem Veterinär-Physiologischen Institut  
der Justus Liebig-Hochschule zu Gießen  
Direktor: Professor Dr. V. H o r n  
-----

Osmotische und mechanische Resistenz  
=====

der roten Blutkörperchen bei Haussäugetieren  
=====

(Rind, Ziege, Pferd, Schwein, Hund, Kalb)  
=====

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung des Doktorgrades  
der  
Veterinär-Medizinischen Fakultät  
der  
Justus Liebig-Hochschule zu Gießen

eingereicht von  
Georg Roche  
Tierarzt aus Oberglogau

Gießen 1954

Mit Genehmigung der Veterinär-Medizinischen Fakultät zu Gießen

Dekan: Professor Dr. H. K e l l e r

Berichterstatter: Professor Dr. V. H o r n

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Februar 1955

# Inhaltsverzeichnis

|                                                       | <u>Seite</u> |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Einleitung                                            | 1            |
| Erythrozyt und Hämolyse                               |              |
| 1. Die Struktur des Erythrozyten                      | 2            |
| 2. Das Wesen der Hämolyse                             | 2            |
| Beeinflussung der Resistenz der Erythrozyten in vitro |              |
| 1. Wasserstoffionenkonzentration                      | 4            |
| 2. Permeabilität                                      | 4            |
| 3. Temperatur                                         | 5            |
| 4. Röntgenstrahlen                                    | 5            |
| 5. Ultraschall                                        | 6            |
| Beeinflussung der Resistenz der Erythrozyten in vivo  |              |
| a. Physiologische Faktoren                            |              |
| 1. Alter                                              | 7            |
| 2. Geschlecht                                         | 7            |
| 3. Sexualzyklus                                       | 7            |
| 4. Meereshöhe                                         | 8            |
| b. Änderung bei pathologischen Zuständen              |              |
| 1. Aderlaß                                            | 8            |
| 2. Retikulozytose                                     | 9            |
| 3. Hämolytische Anämie                                | 9            |
| Eigene Untersuchungen                                 |              |
| Methodik                                              |              |
| 1. Prüfung der osmotischen Resistenz                  | 11           |
| 2. Prüfung der mechanischen Resistenz                 | 12           |
| 3. Behandlung des Untersuchungsmaterials              | 13           |
| Ergebnisse                                            |              |
| 1. Rind                                               | 14           |
| 2. Ziege                                              | 15           |
| 3. Pferd                                              | 15           |
| 4. Schwein                                            | 16           |

|                           | <u>Seite</u> |
|---------------------------|--------------|
| 5. Hund                   | 16           |
| 6. Kalb                   | 17           |
| Diskussion der Ergebnisse | 18           |
| Zusammenfassung           | 20           |
| Tabellen 1 - 6            | 20 a-f       |
| Übersicht der Ergebnisse  | 21           |
| Graphische Darstellung    | 22           |
| Literaturverzeichnis      | 23           |
| Lebenslauf                | 28           |

## Einleitung

Das Blut spielt sowohl im menschlichen als auch im tierischen Organismus eine entscheidende Rolle. Es besteht aus der leicht gerinnenden Blutflüssigkeit, dem Blutplasma und den darin suspendierten morphologischen Bestandteilen, den Blutkörperchen. Die roten Blutkörperchen sind für Untersuchungen der Resistenz (R.) von Interesse.

Unter R. versteht man nach Heilmeyer (10) die Widerstandsfähigkeit der Erythrozyten (E.) gegenüber hämolytischen Einflüssen. Am meisten wurde die osmotische R. (osm. R.) untersucht. Die E. unterliegen den osmotischen Erscheinungen; denn sie besitzen wie die meisten Zellen eine semipermeable Membran, die für Wasser ganz durchlässig, für Salzlösungen dagegen vermindert durchlässig ist. Als oberste Resistenzgrenze (Minimum-R.) bezeichnet man die Salzkonzentration derjenigen hypotonischen Lösung, bei welcher die Hämolyse (H.) beginnt. Diejenige Salzkonzentration, bei welcher die H. vollkommen ist, ist die untere R.-Grenze (Maximum-R.). Praktisch geht man so vor, daß man sich eine Reihe von Reagenzgläsern mit steigenden Kochsalzkonzentrationen herstellt, in die man jeweils ein bis zwei Blutstropfen hineinfallen läßt. Nach einigen Stunden haben sich die Blutkörperchen in den Gläsern abgesetzt, und man kann jetzt bequem an der ersten auftretenden Rotfärbung der überstehenden Schicht den H.-Beginn (Minimum-R.) und an dem Verschwinden des Bodensatzes den Eintritt der totalen H. (Maximum-R.) feststellen.

Als R.-Breite bezeichnet man den Zwischenraum der Kochsalzkonzentration zwischen H.-Beginn und Total-H.

H. tritt ein, wenn durch die eben angeführten Faktoren die R. der roten Blutkörperchen herabgesetzt oder vollkommen aufgehoben ist. Die E. geben ihren roten Blutfarbstoff an die Umgebung ab. Das Hämoglobin (Hb.) wird molekular gelöst; die Hüllen der E. fallen zu Boden. Das Blut ist lackfarben.

## E r y t h r o z y t   u n d   H ä m o l y s e

### 1. Die Struktur der E.

Der E. besteht im Innern aus dem E.-Stroma und außen aus einer E.-Membran. Das Stroma ist nach Auffassung der älteren hämatologischen Arbeiten wie ein Maschenwerk gearbeitet, in das die Hb.-Moleküle eingelagert sind. L i n d e m a n n (14) ist auf Grund elektronenmikroskopischer Untersuchungen der Ansicht, daß der E. ein mit Hb. gefüllter Ballon ist und daß die E.-Membran aus einer Außenschicht von Lipoiden und einer Innenschicht mit langfädigem Stromatin-Eiweiß zusammengesetzt ist.

W i n k l e r und B e n g e n b e r g - d e - J o n g (33) entwarfen ein kompliziertes Bild des E. mit 6 Schichten auf Grund ihrer Messungen. Die Außenschicht beginnt mit Phosphorlipoiden und Cholesterin. Darauf folgt als Schicht 2 eine Gruppe von Phosphaten mit eingelagerten Kationen ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ). Schicht 3 sind Kationen und kationische Cholingruppen. Phosphorlipoidsäuremoleküle und anionische Gruppen des Stroma bilden Schicht 4 und stehen mit Schicht 3 im elektrostatischen Gleichgewicht. Als Schicht 5 im Innern werden die anionischen Teile der Hb.-Moleküle von Schicht 4 angezogen. Schicht 6 als innerste Schicht ist nicht näher definiert.

### 2. Das Wesen der Hämolyse

Die osm. H. beruht auf osmotischer Schwellung und tritt in einer hypotonischen Salzlösung ein. Die E. nehmen Wasser auf, schwellen und das Hb. beginnt auszutreten. Als kolloidosmotisch werden nach W i l b r a n d t (30) H. bezeichnet, die durch Steigerung der Kationenpermeabilität der E.-Membran und Eindringen von Salz und Wasser in die Zelle bis zum hämolitischen Grenzvolumen zustande kommen. Beim Eindringen einer langsam permeierenden Molekülarart (z.B. Glukose bei Menschen-E.) nimmt der osmotisch wirksame Inhalt der Zellen zu; sie schwellen und nähern sich damit dem Lysevolumen schon in isotonischen Lösungen. Bei der Prüfung der osm. R. erreichen sie dieses Volumen dann schon bei geringerem Grad der Hypotonie, d.h. die osm. R. nimmt ab. Die mechanische H. (mech. H.) wird ausgelöst, indem die E. einer mechanischen Belastung ausgesetzt sind. Die Belastung kann im Reiben, Stoßen oder Schütteln bestehen.

L i n d e m a n n (14) deutet die H. einmal als einen Alterungsprozeß und zum anderen als eine Zustandsänderung im Zellinneren, was nach seiner

Meinung von großer Bedeutung für die Entstehung der H. ist. Durch die osmotische Schwellung und den damit verbundenen Wassereintritt und Salzverlust dissoziiert wahrscheinlich das Hb. in eine diffusible Größe und diffundiert durch die für die Proteinmoleküle von Serumweißgröße permeable Membran in die Außenlösung. Die Dehnung der Membran bewirkt den sogenannten Siebeffekt.

Die normale E.-Zerstörung dürfte weitgehend von autolytischen Vorgängen abhängen, wie M a s s h o f f und G e r o c k (17) durch Untersuchungen über den Cholesteringehalt der Membran vor der H. und in der Außenflüssigkeit nach der H. bei Menschen-E.-Suspensionen in hypotonischen NaCl-Lösungen nachgewiesen haben. Bei 0,36 % NaCl-Lösung waren etwa 8 % des Membrancholesterins, bei 0,18 % NaCl-Lösung etwa 10 % und bei H. in reinem Wasser etwa 20 % des Membrancholesterins in der Außenflüssigkeit chemisch nachzuweisen. Dabei bestand keine Beziehung zwischen dem ausgetretenen Hb. und dem ausgetretenen Membrancholesterin. Herabsetzung des Cholesteringehaltes bewirkt eine Verminderung der osm. R. Physiologisch kommt es durch Herabsetzung des E.-Stoffwechsels zu einer solchen Cholesterinabnahme bei Alterung der E.

W o l p e r s (34) stellte 2 Formen der H. in den Vordergrund; auf der einen Seite die Form, die ohne sichtbare elektronenoptische Veränderungen der Membran verläuft (kolloidosmotische H.) und auf der anderen Seite die nichtosmotischen H., bei denen die Membran beschädigt oder ganz zerstört wird (mech. H.).

## Beeinflussung der Resistenz der Erythrozyten in vitro

### 1. Die Wasserstoffionenkonzentration

Nach A b d e r h a l d e n (1) ist es durch die verschiedenen Puffersysteme des Blutes möglich, das pH trotz der während der Verdauung in die Blutbahn eintretenden und vom Gewebe einströmenden basischen und sauren Abbauprodukte wie  $\text{CO}_2$ , Milchsäure, Phosphorsäure konstant zu halten. In erster Linie wirken  $\text{CO}_2$ - und Natriumbikarbonatpuffer. Im zweiten Puffersystem treten das primäre und sekundäre Natriumphosphat wirksam auf. Ersteres verhält sich wie eine schwache Säure, das letztere wie eine schwache Base. An der Aufrechterhaltung des pH sind ferner Eiweißkörper und ihre Abbaustufen beteiligt.

Die Permeabilität der E.-Membran ist abhängig vom pH der Flüssigkeit nach H a r r i s und M a i z e l s (9). Bei einer pH-Schwankung von 7,0 bis 7,5 werden die Durchlässigkeitskonstanten nicht beeinflusst. Bei niedrigem pH, kleiner als 7, werden die Konstanten kleiner, bei pH größer als 7,5 steigen die Konstanten an. Die Abhängigkeit dieser Werte vom pH ist wahrscheinlich durch die günstige Wirkungsweise für bestimmte enzymatische Prozesse bei der Glykolyse und der Phosphorylierung bedingt. Bei Gegenwart von Fluorid nimmt die Durchlässigkeit ab.

### 2. Permeabilität

Die Membran der roten Blutkörperchen ist semipermeabel, d.h. durchlässig für bestimmte Stoffe, für andere dagegen nicht. Nach S c h e u n e r t - T r a u t m a n n (23) ist sie durchlässig für die Anionen  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , usw., undurchlässig normalerweise im Blut für die Kationen  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ . Es ist also für die  $\text{HCO}_3^-$ -Ionen ein Eintritt in die Blutkörperchen möglich, aber nur im Austausch gegen andere, gleichwertige Ionen, z.B.  $\text{Cl}^-$ , da sich der  $\text{K}^+$ - und  $\text{Na}^+$ -Bestand der E. ändern kann. Die Anionenpermeabilität bleibt im normalen Blutplasma aufrechterhalten. W i l b r a n d t (31) berichtet, daß rote Blutzellen einer Blutkörperchensuspension von Menschenblut in physiologischer  $\text{NaCl}$ -Lösung in Anwesenheit von  $\text{Na-Fluorid}$  für Kationen ( $\text{K}^+$  und  $\text{Na}^+$ ) permeabel werden. Dieselbe Wirkung wie  $\text{Na-Fluorid}$  hat Jodazetat. Beide Substanzen üben eine glykolysehemmende Wirkung aus. Der  $\text{K}^+$ -Verlust der roten Blutkörperchen läßt sich chemisch in der Außenflüssigkeit nachweisen. Die Annahme, daß die Wirkung von Fluorid auf die Membranpermeabilität über den glykolytischen Stoffwechsel erfolgt, wurde in Versuchen mit Brenztrauben-

säure bestätigt. Die Permeabilitätsänderungen sind reversibel.

In zusammenfassender Betrachtung über die mannigfachen Bedingungen, unter denen die Permeabilität von  $K^+$ - und  $Na^+$ -Ionen durch die E.-Membran verändert wird, vertreten P a r p a t und G r e e n (19) die Ansicht, daß der Molekülbau der Membran die Hauptrolle für die Permeabilitätsphänomene spielt. Die Untersuchungen von R ö t t g e r (22) besagen, daß in der ersten Hälfte der Schwangerschaft eine normale Permeabilität der E. gegenüber Sulfationen im Austausch von Chlor, in der zweiten Hälfte dagegen, besonders am Ende der Schwangerschaft, eine erhöhte Permeabilität für Sulfationen und Glukose durch die Blutkörperchengrenzschicht erfolgt. Er ging dabei von der Voraussetzung aus, daß die durch verschiedene Verfahren erwiesene Permeabilitätssteigerung der capillaren Gefäße während der normalen Schwangerschaft ganz allgemein bei allen Zellmembranen zu beobachten sei.

### 3. Temperatur

Die erhöhte Temperatur fördert die H. der roten Blutzellen. In der humanmedizinischen Blutuntersuchung versucht man nach Y o u n g (35) neuerdings die Empfindlichkeit der hämolysebereiten E. zu steigern, indem man das mit Heparin ungerinnbar gemachte Blut im eigenen Plasma für 24 Stunden im Brutschrank bei 37° C aufbewahrt. Untersucht man danach die R. gegenüber Hypotonie und mechanischen Einflüssen, so werden auch die normalen E. empfindlicher, die hämolysebereiten aber wesentlich schneller hämolytisch, so daß man durch diese als Inkubations-R. bezeichnete Eigenschaft die Hämolysebereitschaft besser als bisher erkennen kann. Statt bei einer Kochsalzverdünnung von 0,44 % tritt eine H. bereits bei 0,6 % auf. Diese Methode dient zur Diagnose der kongenitalen hämolytischen Anaemie.

S m o r o d i n z e w (26) prüfte Rinderblut bei verschiedenen Temperaturen. Bei 45° C und 50° C war die R.-Breite normal (0,46 % bis 0,56 % NaCl-Lösung) oder nur minimal verändert; jedoch über 50° C änderte sie sich auffallend und zeigte bei 45° eine R.-Breite von 0,72 % bis 0,90 % NaCl-Lösung.

### 4. Röntgenstrahlen

L i n d e m a n n (13) konnte durch Röntgenbestrahlungen mit 10 000 bis 135 000 r und anschließender Hypotonie-H. an den E.-Hüllen die gleichen Veränderungen erzeugen, wie durch Einwirkung von Eiweißdenaturantien. Er

nimmt an, daß die E.-Membran infolge des Strahleninsultes primär denaturiert wird. In physiologischer NaCl-Lösung suspendierte und röntgenbestrahlte E. zeigen bei partiellem Hb.-Verlust dieselben morphologischen Veränderungen wie die durch Hypotonie hämolysierten E. Die Röntgenhämolysen wird als osm.H. angesehen.

#### 5. Ultraschall

Die Ultraschall-H. ist nach K e p p e l (12) nicht osmotisch bedingt, sondern die roten Blutkörperchen werden zerrieben. Sie werden in den Bäuchen der Schallwellen beschleunigt und dabei gegeneinander und gegen die Gefäßwand gerieben. Sie ist also mechanischen Ursprungs.

## Beeinflussung der Resistenz der Erythrozyten in vivo

### a) Physiologische Faktoren

#### 1. Alter

Das Alter hat ohne Zweifel einen Einfluß auf die R. der roten Blutkörperchen. Schon die Tatsache, daß Neugeborene nach Heilmeyer (10) eine "Blutmauserung" mitmachen und daß dabei zahlreiche unreife E. in den Kreislauf ausgeschwemmt werden, beweist, daß die E. kurz nach der Geburt eine andere R. aufweisen als im vorgerückten Alter.

#### 2. Geschlecht

Ein Geschlechtsunterschied in der osm. R. beim menschlichen Blut konnte de Vries (29) nicht feststellen. Bei 50 gesunden Frauen und 50 gesunden Männern wurde der Hämolysegrad in Prozent als gleichgroß ermittelt.

#### 3. Sexual-Zyklus

Braun (3) untersuchte E. von trächtigen und nichtträchtigen Rindern hinsichtlich ihrer osm. R. Dabei stellte er fest, daß bei einem brünstigen Rind die R. gesteigert ist und bei Konzeption weiterhin ansteigt, so daß bei Rindern im 3. Monat der Trächtigkeit die R. des Blutes größer ist als bei nichtträchtigen Rindern. Bis zum 7. Monat der Trächtigkeit sollte nach Braun die R. abfallen und ante partum wieder ansteigen, um post partum aufs neue abzufallen und 6 Wochen nach der Geburt auf den Normalwert abzusinken. Der Verfasser glaubt sogar aufgrund der R.-Verminderung vor dem Geschlechtsakt und der R.-Steigerung danach die erfolgte Konzeption durch Messung der osm. R. der roten Blutkörperchen ermitteln zu können.

Hoff (11) spricht davon, daß in der Humanmedizin eine R.-Steigerung der E. über die Erythropoese auch mit dem vegetativen Nervensystem in Verbindung stehe und durch sympathikotonische Innervation bei starker körperlicher Arbeit, bei Funktionssteigerung der Schilddrüse und bei Gravidität die R. zunähme.

#### 4. Meereshöhe

Der verminderte Sauerstoffgehalt in der Luft steigert die Zahl der E. und auch ihre R. nach Meinung einiger Autoren wie Rohden, Naegeli u.a. Nach Wilbrandt (32) wurde die R. bei vier verschiedenen Personen während der Besteigung des Jungfrauoches gemessen. Dabei ergab sich die Tatsache, daß bei allen Versuchspersonen sich mit der Zunahme der E. auch eine durchschnittliche osm. R.-Steigerung bemerkbar machte. Neben der Zunahme der Zellen mit R.-Erhöhung traten gelegentlich auch Zellen mit verminderter R. auf. Hierbei wird die Möglichkeit erwogen, daß es sich wie bei Anämie oder Aderlaß um unreife Zellen, Retikulozyten oder um Blutkörperchen mit beschleunigtem Alterungsprozeß kurz vor der Zerstörung handelt. Sserafimov (27) stellte eine Verringerung der E.-R. im Hochgebirge als eine Funktion des vegetativen Nervensystems fest, die besonders bei jungen Menschen bis zu 20 Jahren ausgeprägt ist. Faktoren, die die Herabsetzung der R. begünstigen, sind: grelle Beleuchtung, Veränderung der Sauerstoffspannung und sinkende Temperaturen.

Möglicherweise haben auch die Nahrungsaufnahme, die Art und Menge der Nahrung, anstrengende Arbeit und andere Faktoren einen Einfluß auf die R. der roten Blutkörperchen.

#### b) Änderung bei pathologischen Zuständen

##### 1. Aderlaß

Auch der Einfluß des Aderlasses auf die R. der E. wird von den Autoren verschieden beurteilt. Nach Schöber (25) nimmt die R. gegenüber hypotonischen Salzlösungen nach großen Aderlässen zu, weil, wie er annimmt, die jungen roten Blutzellen widerstandsfähiger sind als alte. Versuche von Raffaele (21) ergeben dasselbe Resultat.

Ein Hinweis für die erhöhte R. beim Aderlaß findet sich in einer Arbeit von W. B. Stewert, J. M. Stewert, Izzo und Young (5). 3 normalen Hunden wurde radioaktives Eisen intravenös injiziert. Bei 2 Tieren wurde durch vorherigen Aderlaß von ein Drittel bis der Hälfte des Gesamtblutvolumens für maximalen Einbau des radioaktiven Eisens in die neugebildeten Zellen gesorgt, wodurch eine Gruppe von E. annähernd bekannten Alters markiert werden konnte. Die osm. R. der neugebildeten jungen Zellen war stets deutlich geringer als jene der nichtmarkierten normalen Blutkörperchen der Hunde. Andererseits war die mech. R. der jungen (markierten) Zellen größer als jene der (nichtmarkierten) normalen E., während

sich dieses Verhältnis gegen Ende des Lebensalters der E. umkehrte.

## 2. Retikulozytose

Bei allen Anämieformen, sei es nach Aderlaß oder bei hämolytischer Anämie, ist eine überstürzte Blutregeneration zu beobachten, die eine Bildung und Ausschwemmung von zahlreichen unreifen Blutzellen, Erythroblasten, Erythrogonien, Retikulozyten, jugendlichen E. und anderer Vorstufen der E. im erythropoetischen System auslöst. Die Mehrzahl der Autoren ist der Ansicht, daß diese unreifen Zellen resistenter sind als die reifen roten Blutkörperchen. H e i l m e y e r (10) legte dar, daß die völlige Ausreifung der E. mit der Entkernung noch nicht erreicht ist, sondern erst dann eintritt, wenn sämtliche basophilen Zellbestandteile verschwunden sind. Gewöhnlich enthält das kreisende Blut nur wenige derartige Zellen, etwa 10 pro mille (pathologischer Anstieg bis auf 750 pro mille). Bei allen mit verstärkter "Blutmauserung" einhergehenden Prozessen nimmt ihre Zahl zu und steigt schnell auf hohe Werte.

Um festzustellen, wie groß die R. von Retikulozyten und jungen Blutzellen gegenüber hämolytischem Serum ist, wurden Versuche von C r u z und J u n q u e i r a (4) bei Hunden angestellt, um eine hämolytische Anämie mit Regeneration der E. zu erzeugen. Die Forscher berichten, daß bei Hunden, die mit Acetylphenylhydrazin behandelt wurden, die Regeneration der E. sehr rasch eingesetzt hat und zur H. dieses regenerierten Blutes wesentlich größere Serummengen als in der Norm nötig gewesen waren. Diese vermehrte Resistenz erstreckt sich nicht nur auf die Retikulozyten, sondern auch auf die jungen E.

## 3. Hämolytische Anämie

Nach H o f f (11) ist ein Abfall der R. beim hämolytischen Ikterus, bei perniziöser Anämie und Eisenmangelanämie zu verzeichnen. Die Amerikaner L a w r e n c e (35), S h e n , H a m , C a s t l e und F l e m i n g (24) kamen durch Studien der R. der E. anhand des hämolytischen Ikterus zu wertvollen Erkenntnissen, wobei ihnen die Prüfung der osm. und mech. R. große Hilfe leistete. Im ersten Versuch injizierten sie normale Blutkörperchen eines gesunden Menschen einem Kranken intravenös, der an kongenitaler hämolytischer Anämie litt. Nach der Bluttransfusion wurde dem Patienten die Milz exstirpiert. Die meisten der in der Milz aufgefundenen Blutkörperchen stammten aus dem Kreislauf des Patienten, dagegen war das Verhältnis im peripheren Blut gerade umgekehrt. Hier fanden sich in weit größerer Zahl

die E., die durch Bluttransfusion in den Kreislauf gelangt waren und in geringer Zahl die kranken roten Blutkörperchen des Patienten, die größer und dicker waren. Die R. im peripheren Blut war normal, die R. der in der Milz aufgefundenen E. war wesentlich herabgesetzt.

Im zweiten Versuch hatte man die Milz einem Menschen, der an Thrombopenia purpurea litt, exstirpiert. In die exstirpierte Milz infundierte man gleichzeitig E. eines gesunden Menschen und eines splenektomierten Menschen, der an kongenitaler Anämie erkrankt war. In der Milzpulpa fand man danach die defekten sphärischen und dicken Blutkörperchen des an Anämie leidenden Menschen. Ebenso wie in dem vorher beschriebenen Experiment glauben die Verfasser annehmen zu dürfen, daß der Milz eine selektive Aufgabe bei angeborenen Blutkrankheiten zukommt.

Durch diesen Vorgang kam man auf den Gedanken, die Blutkörperchen vor der R.-Prüfung auf Körpertemperatur zu erwärmen, da die Milz normalerweise wie alle Organe im Innern des Körpers eine Temperatur von  $37^{\circ}\text{C}$  besitzt. Man erzielte damit eine deutliche Verschiebung der pathologischen R.-Kurve in den Bereich geringerer Kochsalzverdünnungen (vgl. S. 5).

## Eigene Untersuchungen

### Methodik

#### 1. Prüfung der osmotischen Resistenz

Nach der Methode von M u r a l t (18) läßt man 0,1 ccm Blut mit einer Blutzuckerpipette in jeweils 10 ccm einer Verdünnungsreihe von 0,40 % bis 0,90 % NaCl-Lösung mit Abständen von 0,05 % hineinfließen. Zwei Stunden bleiben die Röhrchen der Verdünnungsreihe stehen, anschließend werden 4/5 des Inhaltes (etwa 8 ccm von jedem Röhrchen) abgegossen, kurze Zeit zentrifugiert, um die noch vollständig erhaltenen E. zu trennen. Darauf gibt man nach der Methode F r e t t w u r s t und M a e n n c h e n (7) zu 1 ccm einer Lösung von Kaliumferrizyanid 5 ccm dieses Zentrifugates der Verdünnungsreihe und untersucht 4 ccm dieser letzten Mischung im Kompensationsstufenfotometer (Leitz) mit Filter "530". Als Leerwert wurde 4 ccm einer Mischung aus 1 ccm Kaliumferrizyanid und 3 ccm dest. Wassers benutzt. Durch diese fotometrische Messung kann die Extinktion gemessen werden, aus der der Hb.-Gehalt und damit wiederum der Hämolysegrad hervorgeht.

Durch Zugabe von Kaliumferrizyanid bekommt man eine stabile meßbare Lösung, wobei das Hb. zu dem beständigen Hämiglobin umgewandelt wird. Den H.-Grad in Prozent bestimmt man, indem der Hb.-Gehalt nach dem Versuch (V) um den Plasma-Hb.-Gehalt vor dem Versuch (P) vermindert und dann dieser Betrag durch den Gesamt-Hb.-Gehalt (H) dividiert wird, um ihn mit 100 zu multiplizieren ( $OR = \frac{V - P}{H} \cdot 100$ ). Das Plasma-Hb. ist auf dieselbe Weise im Leitz-Fotometer wie die übrige Hb.-Bestimmung zu errechnen. Das Blutplasma wird durch Zentrifugieren erhalten, 0,038 ccm davon mit einer Blutzuckerpipette aufgesogen, in 4 ccm Kaliumferrizyanid zur fotometrischen Bestimmung gemischt und gegen einen Leerwert von 4 ccm Kaliumferrizyanid gemessen.

Die Werte der osm. R. sind als Normalwerte nach H a c e k (8) übernommen, die im wesentlichen mit den Angaben in dem amerikanischen Buch ("Standard values in Blood", Allbritton, E. C., Saunders Comp. Philadelphia, 1953, übereinstimmen.

H a c e k (Wirth: Klin. Hämatologie) Werte der osm. R.

|         | <u>Min.-R.</u> | <u>Max.-R.</u> | <u>R.-Breite</u> |
|---------|----------------|----------------|------------------|
| Rind    | 0,52 - 0,66    | 0,44 - 0,52    | 0,48 - 0,62      |
| Ziege   | 0,74 - 0,78    | 0,58 - 0,66    | 0,60 - 0,74      |
| Pferd   | 0,56 - 0,64    | 0,44 - 0,52    | 0,48 - 0,60      |
| Schwein | 0,60 - 0,68    | 0,38 - 0,46    | 0,42 - 0,62      |
| Hund    | 0,50 - 0,58    | 0,40 - 0,46    | 0,42 - 0,58      |

## 2. Prüfung der mechanischen Resistenz

Die Untersuchung auf mech. R. ist jüngerer Datums. Sie wurde zuerst von amerikanischen Autoren (24) durchgeführt, die darauf hinwiesen, daß die roten Blutkörperchen in vivo beim Hindurchtreten durch die Blutkapillaren einer mechanischen Belastung ausgesetzt sind.

Sie benutzen in ihrer Methode, die in Deutschland M a t t h e s (16) zum ersten Mal beschrieb, eine vertikal rotierende Holzscheibe, auf der vier Erlenmeyerkolben mit ihrer Grundfläche an der Scheibe befestigt sind. Die Scheibe wird mit 40 Umdrehungen in der Minute von einem Motor in Rotation versetzt. 10 Glasperlen von 5 mm Durchmesser führen durch ihre mahlende Bewegung am Boden des Kolbens eine genau dosierte Belastung der E. aus. Die Drehzeit beträgt 2 Stunden. Die Menge des Blutes ist abhängig von seinem Hämatocritwert, damit immer die gleiche Anzahl von E. vorhanden ist. Der Ausgangswert ist 2 ccm Blut bei einem Hämatocritwert von 30. Bei einem Wert von 40 ist die Blutmenge 1,5 ccm. Ist der Hämatocritwert dagegen geringer, dann beträgt die Blutmenge mehr als 2 ccm, die jeweils in die Erlenmeyerkolben einzufüllen ist. Wie die osm. R. in Hämolysenprozent genau bestimmt wurde, geschieht das auch nach der Formel  $MR = \frac{V - P}{H - P} \cdot 100$ , wobei MR die mech. R., P das Plasma-Hb., H das Gesamt-Hb. und V das Hämolysen-Hb nach dem Versuch bedeuten.

Die Werte für den Gesamt-Hb-Gehalt in g% sind nach Wirth (Grundlagen einer klin. Hämatologie der Haustiere, Wien, 1950) folgende: Rind (9 - 13·6) 11·0 g%, Ziege 10·7 - 11, Pferd (9·9 - 14·6) 12·6, Schwein (Welsch: 15·4 - 16·8) 11·6 Marloff, Hund 10·8 - 17·8 (Huber), 15·8 (Kuhl).

### 3. Behandlung des Untersuchungsmaterials

Zur Bestimmung des relativen E.-Volumens mit Hilfe des Hämatocritverfahrens ist es nach E i f e r t (6) gleichgültig, ob man capilläres, venöses oder arterielles Blut verwendet. Außerdem wurde durch die Methode nach B a e n e (2) zur Bestimmung der R. gefunden, daß die Grenzkonzentration, bei der H. eintritt, unabhängig davon ist, ob rote Blutkörperchen Oxy-Hb. oder Kohlendioxyd enthalten, d. h. ob arterielles oder venöses Blut verwandt wird.

Das Blut wird mit einem Zusatz von Vetren jeweils ungerinnbar gemacht. Das Blut wird im Eisschrank bei plus 4° C aufbewahrt. Die Blutproben sind höchstens 2 Tage nach der Entnahme zu verwenden. Die Kontrollversuche zur Prüfung der osm. R. ergeben eine Schwankungsbreite  $\pm 5\%$ . Die Fehlerbreite der Versuche für die mech. R. beträgt  $\pm 2\%$ . Sie ist aus folgenden 4 Versuchen zu errechnen: Innerhalb von 24 Stunden bei + 4° C nimmt im ersten Versuch die H. um 3,4 %, beim zweiten um 0 % zu, während sie sich beim dritten und vierten Versuch um 0,6 % und um 2 % vermindert. In erster Linie ist wahrscheinlich die ungleichmäßige Drehung der Holzscheibe und damit der Glasperlen innerhalb der Erlenmeyerkolben durch starke Stromschwankungen im Netz für die Fehlerbreite verantwortlich.

Die H. erhöht sich bei Zimmertemperatur, bei der das Blut 24 Stunden aufbewahrt wird, bei 3 Versuchen um durchschnittlich 3 %. Auch die Umdrehungszeit der Holzscheibe muß berücksichtigt werden. Die H. wird bei verschiedenen Tierarten nach 15 Minuten, nach 30 und 60 Minuten Laufzeit gemessen. Der Anstieg der Kurve, die die Abhängigkeit der H. von der Laufzeit veranschaulicht, ist bei Rind und Hund in den ersten 60 Minuten verhältnismäßig steil, während sie später erheblich geringer wird; im Gegensatz dazu verläuft die Kurve von Schwein, Pferd und Kalb gleichmäßig ansteigend bis zum H.-Wert, der am Ende der zweistündigen Umdrehungszeit jeweils gemessen wird.

## Ergebnisse der Versuche

Die Untersuchung der osm. R. ist bei Rind, Pferd, Ziege, Schwein und Hund schon durchgeführt (vgl. Tabelle S. 12). Deshalb wurde in der vorliegenden Arbeit bei diesen Tieren auf die Untersuchung der osm. R. aller Tiere verzichtet. Trotzdem wurde bei allen vorher genannten Tiergattungen die osm. R. in größerem Umfange geprüft, um eine Übereinstimmung mit den Werten nach H a c e k (vgl. S. 12) festzustellen und daraus die Gewißheit zu haben, daß es sich um physiologisch normale Tiere handelt.

### 1. R i n d (Tabelle 1)

Es handelt sich um Schlachttiere des Gießener Schlachthofes, die in der klinischen Beurteilung gesund und in der fleischbeschaulichen tauglich waren. Sie waren frei von Tuberkulose, ausgebreiteter Septikämie und Ikterus. 5 Tiere waren in schlechtem Nährzustand, eine Kuh und zwei Rinder tragend. Die Rasse war unterschiedlich: Höhenfleckvieh, Vogelsberger, Rotvieh und Schwarzbuntes Niederungsvieh. Die an 9 Tieren gefundenen Werte der osm. R. mit einer R.-Breite von 0,57 % NaCl bis 0,50 % NaCl (50 % H.) bestätigten die nach H a c e k angegebenen Werte (vgl. S. 12).

Die mech. R. wurde an 26 Tieren geprüft. Hämatocritmittelwert war 38,0,  $\pm$  4,3, Plasma-Hb. konstant in Grenzen von 0,13 g% und der Mittelwert des Gesamt-Hb. war 12,2 g%  $\pm$  1,5, übereinstimmend mit den Angaben nach W i r t h (vgl. S. 12). Die durchschnittliche H. mechanischen Ursprungs für die Gattung Rind betrug 17,3 %,  $\pm$  4,9. Die durchschnittliche R. der männlichen Tiere lag bei 21,8 %,  $\pm$  2,2 und damit deutlich höher als die der älteren Kühe mit 15,0 %,  $\pm$  4,3 und der Jungtiere mit 17,7 %,  $\pm$  5,5.

Die angegebene Schwankungsbreite der einzelnen Werte wurde berechnet nach der Formel:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{K} \sum (x_i - x_0)^2 - (a - x_0)^2}$$

Darin bedeutet K die Anzahl der Glieder,  $x_i$  das Glied einer Reihe,  $x_0$  der angenommene Mittelwert und a der Mittelwert.

Tabelle 1

| Lfd.<br>Nr. | Tierart | Alter in<br>Jahren | H ä m o l y s e                                 |      |      |      |      |      |      | 50 %<br>Hämolyse | Hämatokrit | Gesamt-<br>Hämoglobin<br>in g% | Plasma-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in % |
|-------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|             |         |                    | in Prozent der verschiedenen Kochsalzverdünnung |      |      |      |      |      |      |                  |            |                                |                                |                                  |                                 |
|             |         |                    | 0,80                                            | 0,75 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,47             |            |                                |                                |                                  |                                 |
| 1           | Bulle   | 6                  |                                                 |      | 1,5  |      | 7    | 18   | 60   | 500              | 39         | 12,3                           | 0,19                           | 2,98                             | 22,6                            |
| 2           | Bulle   | 1/2                |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 34         | 9,8                            | 0,17                           | 2,30                             | 24,0                            |
| 3*)         | Bulle   | 6                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 45         | 14,9                           | 0,19                           | 2,98                             | 20,0                            |
| 4           | Bulle   | 3                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 38         | 13,7                           | 0,22                           | 2,50                             | 18,3                            |
| 5           | Bulle   | 1 1/2              |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 44         | 13,7                           | 0,19                           | 3,26                             | 24,0                            |
| 1*)         | Kuh     | 9                  |                                                 |      | 2    |      | 7    | 27   | 65   | 500              | 35         | 11,5                           | 0,17                           | 1,37                             | 12,0                            |
| 2           | Kuh     | 6                  |                                                 |      | 10   |      | 23   | 66   | 84   | 575              | 37         | 11,5                           | 0,19                           | 1,32                             | 12,0                            |
| 3           | Kuh     | 4                  |                                                 |      | 2    | 4    | 9    |      | 80   | 550              | 40         | 11,9                           | 0,14                           | 2,30                             | 20,0                            |
| 4           | Kuh     | 4                  |                                                 |      |      | 2    | 15   |      | 72   | 550              | 33         | 10,6                           | 0,14                           | 1,15                             | 11,0                            |
| 5           | Kuh     | 4                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 36         | 11,3                           | 0,13                           | 2,17                             | 20,0                            |
| 6*)         | Kuh     | 5                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 40         | 13                             | 0,17                           | 2,77                             | 21,3                            |
| 7*)         | Kuh     | 8                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 35         | 11,4                           | 0,14                           | 2,31                             | 20,0                            |
| 8*)         | Kuh     | 3                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 31         | 10,2                           | 0,14                           | 1,62                             | 16,0                            |
| 9           | Kuh     | 6                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 32         | 13,7                           | 0,13                           | 1,31                             | 10,0                            |
| 10*)        | Kuh     | 3                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 36         | 11,2                           | 0,14                           | 1,07                             | 9,4                             |
| 11          | Kuh     | 4                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 36         | 11,6                           | 0,14                           | 1,62                             | 14,0                            |
| 1           | Rind    | 1 1/2              |                                                 |      | 19   |      | 41   | 63   | 86   | 575              | 43         | 13,8                           | 0,17                           | 2,98                             | 21,6                            |
| 2           | Rind    | 1 1/2              |                                                 |      | 10   |      | 30   | 56   | 71   | 575              | 41         | 13,6                           | 0,19                           | 3,70                             | 27,0                            |
| 3           | Rind    | 1 1/2              |                                                 |      | 5    |      |      | 38   | 70   | 500              | 44         | 13,8                           | 0,17                           | 3,30                             | 24,0                            |
| 4           | Rind    | 1 1/2              |                                                 |      | 5    |      |      | 30   | 70   | 500              | 28         | 9,0                            | 0,17                           | 1,08                             | 12,0                            |
| 5*)         | Rind    | 2                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 39         | 12,4                           | 0,13                           | 1,60                             | 13,0                            |
| 6*)         | Rind    | 2                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 42         | 13,6                           | 0,14                           | 2,40                             | 18,0                            |
| 7           | Rind    | 1 1/2              |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 44         | 14,4                           | 0,13                           | 3,06                             | 21,0                            |
| 8           | Rind    | 1                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 38         | 11,5                           | 0,14                           | 1,77                             | 15,6                            |
| 9           | Rind    | 1 1/2              |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 40         | 12,4                           | 0,14                           | 1,60                             | 13,0                            |
| 10          | Rind    | 4                  |                                                 |      |      |      |      |      |      | 540              | 35         | 10,7                           | 0,17                           | 1,33                             | 12,0                            |

\*) Bulle 3 und Kuh 1, 6, 7 und 10: In schlechtem Ernährungszustand.

Kuh 8 und Rind 5 und 6: Trächtigkeit von 3, 5 und 4 Monaten.

|     |      | 50 %<br>Hämolyse | Hämatokrit | Gesamt-<br>Hämoglobin<br>in g% | Plasma-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in % |
|-----|------|------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| ,62 | 0,60 |                  |            |                                |                                |                                  |                                 |
| 50  |      | 625              | 22         | 8,0                            | 0,19                           | 2,24                             | 25,7                            |
| 30  |      | 675              | 30         | 6,0                            | 0,13                           | 1,65                             | 28,0                            |
| 30  |      | 640              | 29         | 9,8                            | 0,14                           | 1,77                             | 18,0                            |
|     |      | 750              | 36         | 14,3                           | 0,22                           | 3,60                             | 26,0                            |
|     |      | 710              | 28         | 9,6                            | 0,24                           | 1,35                             | 15,0                            |
|     |      | 730              | 36         | 11,3                           | 0,13                           | 3,60                             | 32,0                            |
| 78  | 88   | 700              | 35         | 11,7                           | 0,13                           | 2,30                             | 20,0                            |
| 72  |      | 660              | 27         | 9,8                            | 0,14                           | 2,20                             | 22,0                            |
| 93  |      | 680              | 24         | 9,1                            | 0,10                           | 1,32                             | 15,0                            |
| 92  |      | 675              | 28         | 8,9                            | 0,08                           | 2,07                             | 24,0                            |
| 57  | 61   | 650              | 26         | 6,5                            | 0,10                           | 1,30                             | 20,0                            |
| 22  | 45   | 600              | 18         | 10,7                           | 0,08                           | 2,07                             | 20,0                            |
| 58  | 64   | 610              | 29         | 11,5                           | 0,10                           | 2,40                             | 21,0                            |
| 55  | 60   | 675              | 31         | 11,6                           | 0,10                           | 3,80                             | 33,0                            |
| 90  | 95   | 660              | 30         | 10,2                           | 0,08                           | 1,60                             | 16,0                            |
|     |      | 675              | 30,5       | 10,6                           | 0,14                           | 1,87                             | 18,0                            |
|     |      | 690              | 33         | 11,7                           | 0,18                           | 2,97                             | 26,0                            |
|     |      | 700              | 23         | 8,0                            | 0,13                           | 1,37                             | 17,5                            |

## 2. Z i e g e (Tabelle 2)

Untersuchungen der osm. und mech. R, erstreckten sich auf 18 Tiere. Diese stammten aus Beständen von Gießen und seiner unmittelbaren Umgebung. Fast alle Tiere waren in gutem Gesundheitszustand, die weiblichen Tiere zum größten Teil laktierend und alle Tiere mit Ausnahme des Ziegenbockes Nr. 25 Tuberkulose negativ. Das Alter lag zwischen 1 und 5 Jahren. Die an 18 Tieren gefundenen Werte für die osm. R.-Breite stimmten mit den angegebenen Werten nach H a c e k (vgl. S. 12) überein.

Hämatocritmittelwert war 28,5,  $\pm$  4,7, Plasma Hb. konstant in Grenzen von 0,08 g% bis 0,24 g%, und das Gesamt-Hb. hatte einen Mittelwert von 10,0 g%,  $\pm$  3,9, übereinstimmend mit den Werten nach W i r t h (vgl. S.12). Der durchschnittliche H.-Grad der mech. R. betrug 21,5 %,  $\pm$  5,3. Der Mittelwert der männlichen Tiere lag bei 22,4 %,  $\pm$  6,3 und damit etwas höher als der der weiblichen Tiere bei 21,0 %,  $\pm$  4,7. Die Werte wurden an 6 Ziegenböcken im Alter von 1 bis 5 Jahren und an 12 weiblichen Tieren im Alter von 1 bis 5 Jahren ermittelt.

## 3. P f e r d (Tabelle 3)

Das Untersuchungsmaterial stand zum Teil in der chirurgischen Veterinärklinik in Gießen zur Behandlung und zum Teil auf dem Versuchsgut der Justus-Liebig-Hochschule in Gießen. Das Blut wurde nur von den Tieren zur Messung herangezogen, die klinisch frei waren von Krankheiten, die in stärkerem Maße mit H. einhergehen, wie Ikterus, Botryomykose, Abszessen usw. Es handelte sich bei den untersuchten Tieren in der Hauptsache um Kaltblutpferde beiderlei Geschlechts im Alter von 1 bis 18 Jahren. Bei dieser Tiergattung differierten die Werte für die osm. R., die an 11 Tieren ermittelt wurden, zum Teil um mehr als 0,05 % NaCl in der R.-Breite mit den nach H a c e k angegebenen Werten (vgl. S. 12).

Hämatocritmittelwert war 31,0,  $\pm$  3,4, Plasma-Hb. konstant in Grenzen von 0,14 g% bis 0,24 g%, und der Mittelwert im Gesamt-Hb. war 11,2 g%  $\pm$  1,1, der gleiche Wert wie W i r t h (vgl. S. 12) ihn angibt. Der Durchschnittswert der mech. R. war 10,3 %,  $\pm$  3,2. Ein einziger Hengst hatte einen H.-Wert der mech. R. von 17,8 %. Der Durchschnittswert der kastrierten Tiere wurde an 12 Beispielen mit 9,4 %,  $\pm$  2,2 und der von 6 Stuten mit 10,8 %,  $\pm$  3,1 ermittelt. Damit lag der Wert des einen männlichen Tieres höher als der der weiblichen Tiere; jedoch dieser letztere Wert lag höher als der Wert der Kastraten.

#### 4. S c h w e i n (Tabelle 4)

Das Blut der Versuchstiere war Schlachtblut von Schlachtschweinen des Gießener Schlachthofes. Die Schweine gehörten ausschließlich der Rasse "Deutsches veredeltes Landschwein" an und hatten ein Alter von etwa 5 bis 12 Monaten mit Ausnahme von 2 alten, erst kurzfristig kastrierten Ebern mit 4 und 5 Jahren. Alle Tiere waren in der fleischbeschaulichen Beurteilung voll tauglich. Die an 6 Schweinen bestimmte osm. R.-Breite war die gleiche, wie sie H a c e k veröffentlichte (vgl. S. 12).

Hämatocritmittelwert war  $45,0 \pm 5,2$ , Plasma-Hb. konstant in Grenzen von  $0,13 \text{ g\%}$  bis  $0,30 \text{ g\%}$ , und Gesamt-Hb. war im Durchschnitt  $17,0 \text{ g\%}$ ,  $\pm 3,0$ , und damit etwas höher liegend als in den Angaben nach W i r t h. (vgl. S. 12). Der durchschnittliche H.-Grad der mech. R. war bei  $19,5 \text{ \%}$ ,  $\pm 4,7$ . Der Mittelwert des H.-Grades der beiden alten, kurz zuvor kastrierten Eber lag bei  $30,5 \text{ \%}$ ,  $\pm 2,5$  und damit wesentlich höher als der Mittelwert der 9 Kastraten im Alter von 6 bis 12 Monaten mit  $18,0 \text{ \%}$ ,  $\pm 4,2$ . Der Durchschnittswert von 14 weiblichen Tieren im Alter von 5 bis 10-Monaten war  $19,0 \pm 3,1$  und lag damit höher als der der kastrierten Tiere.

#### 5. H u n d (Tabelle 5)

Das Blut zur R.-Prüfung wurde Tieren entnommen, die im Kleintierstall der Veterinärklinik für Innere Medizin in Gießen behandelt oder zu Versuchszwecken untergebracht waren. Auch bei diesen Tieren wurde darauf geachtet, daß sie klinisch gesund waren oder vor allen Dingen frei von Krankheiten mit Erscheinungen der H. waren. Es handelte sich zur Hälfte um Rüden und zur anderen Hälfte um Hündinnen, beide im Alter von 6 Monaten bis zu 8 Jahren. Die an 9 Tieren ermittelten Werte für die osm. R.-Breite ( $50 \text{ \% H.}$ ) von  $0,45 \text{ \%}$  bis  $0,55 \text{ \% NaCl}$  deckten sich vollkommen mit den nach H a c e k gefundenen Werten (vgl. S. 12).

Hämatocritmittelwert war  $42,5 \pm 5,0$ , Plasma-Hb. konstant in Grenzen von  $0,09$  bis  $0,24 \text{ g\%}$  und Gesamt-Hb. war im Mittelwert  $14,3 \text{ g\%}$ ,  $\pm 1,7$ , übereinstimmend mit den Angaben nach Wirth (vgl. S. 12). Der Durchschnitts-H.-Gehalt der mech. R. aller Tiere lag bei  $14,6 \text{ \%}$ ,  $\pm 4,7$ . Der Mittelwert des H.-Grades der 8 Rüden im Alter von 6 Monaten bis zu 5 Jahren betrug  $12,0 \text{ \%}$ ,  $\pm 5,2$  und lag auffallend tief und wesentlich geringer als der der 8 Hündinnen im Alter von 8 Monaten bis zu 7 Jahren mit  $17,7 \text{ \%}$ ,  $\pm 2,9$ .

T a b e l l e 3

| Lfd.<br>Nr. | Tierart | Alter in<br>Jahren | H ä m o l y s e                                 |      |      |      |      |      |      |      | 50 %<br>Hämolyse | Hämatokrit | Gesamt-<br>Hämoglobin<br>in g% | Plasma-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in g% |
|-------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|             |         |                    | in Prozent der verschiedenen Kochsalzverdünnung |      |      |      |      |      |      |      |                  |            |                                |                                |                                  |                                  |
|             |         |                    | 0,80                                            | 0,77 | 0,75 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,55 | 0,50 |                  |            |                                |                                |                                  |                                  |
| 1           | Hengst  | 8                  | 1,5                                             | 2    | 4    | 5    | 35   | 38   | 80   | 575  | 34               | 11,9       | 0,19                           | 2,17                           | 17,8                             |                                  |
| 1           | Kastrat | 10                 |                                                 | 2    | 3    | 26   | 30   | 75   | 80   | 610  | 32               | 10,3       | 0,14                           | 0,93                           | 8,0                              |                                  |
| 2*)         | Kastrat | 8                  | 1                                               | 1,5  | 2    | 2,5  | 14   | 70   |      | 610  | 35               | 13,8       | 0,17                           | 1,50                           | 11,0                             |                                  |
| 3*)         | Kastrat | 18                 |                                                 |      | 2    | 12   |      | 45   | 68   | 76   | 575              | 27         | 9,8                            | 0,22                           | 0,82                             | 8,7                              |
| 4*)         | Kastrat | 12                 |                                                 |      | 1,8  | 7    |      | 60   |      | 80   | 620              | 32         | 11,0                           | 0,24                           | 0,82                             | 7,3                              |
| 5           | Kastrat | 12                 |                                                 |      | 2    | 3,5  |      | 40   | 60   | 70   | 575              | 26         | 9,7                            | 0,17                           | 0,35                             | 4,0                              |
| 6           | Kastrat | 7                  |                                                 |      |      | 50   |      | 70   | 80   |      | 650              | 30         | 10,6                           | 0,19                           | 1,32                             | 12,0                             |
| 7           | Kastrat | 9                  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 30         | 10,6                           | 0,22                           | 1,24                             | 11,5                             |
| 8           | Kastrat | 13                 |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 30         | 10,8                           | 0,19                           | 1,08                             | 10,0                             |
| 9           | Kastrat | 12                 |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 36         | 11,6                           | 0,17                           | 1,06                             | 9,0                              |
| 10*)        | Kastrat | 8                  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 38         | 10,9                           | 0,19                           | 1,32                             | 10,5                             |
| 11          | Kastrat | 10                 |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 32         | 11,0                           | 0,17                           | 1,32                             | 11,8                             |
| 12          | Kastrat | 7                  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 35         | 12,4                           | 0,19                           | 1,08                             | 9,0                              |
| 1           | Stute   | 1                  | 2                                               | 2,5  | 5    | 10   | 20   | 60   | 76   | 610  | 33               | 12,1       | 0,22                           | 1,92                           | 16,2                             |                                  |
| 2           | Stute   | 5                  | 1                                               | 3    | 5    | 34   |      |      | 78   | 615  | 28               | 10,6       | 0,17                           | 1,27                           | 12,3                             |                                  |
| 3           | Stute   | 5                  | 3                                               | 4    | 6    | 9,5  |      | 71   | 78   | 625  | 32               | 12,2       | 0,19                           | 1,35                           | 11,3                             |                                  |
| 4           | Stute   | 6                  |                                                 |      | 1    | 5    |      | 25   | 53   | 64   | 550              | 24         | 9,8                            | 0,19                           | 1,12                             | 11,5                             |
| 5           | Stute   | 4                  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 32         | 12,4                           | 0,17                           | 0,77                             | 6,2                              |
| 6           | Stute   | 3                  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 600              | 27         | 11,7                           | 0,19                           | 0,90                             | 7,7                              |

\*) Kastrat 2: mit infektiöser Anaemie

\*) Kastrat 3: starke Abmagerung

\*) Kastrat 4: Mauke-Ekzem an Hinterbeinen

\*) Kastrat 10: Hufbeinfraktur

| 50 %<br>Hämolyse | Hämatokrit | Gesamt-<br>Hämoglobin<br>in g% | Plasma-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in % |
|------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 530              | 49         | 16                             | 0,17                           | 3,77                             | 24,0                            |
| 520              | 45         | 14,6                           | 0,14                           | 2,90                             | 20,0                            |
| 510              | 46         | 15,5                           | 0,24                           | 3,26                             | 21,5                            |
| 525              | 45         | 16,2                           | 0,14                           | 2,57                             | 16,0                            |
| 525              | 47         | 19,2                           | 0,18                           | 3,80                             | 18,0                            |
| 525              | 49         | 14,4                           | 0,19                           | 2,70                             | 20,0                            |
| 525              | 41,5       | 16                             | 0,24                           | 1,77                             | 11,0                            |
| 525              | 28         | 17,7                           | 0,18                           | 2,20                             | 12,0                            |
| 525              | 53         | 25,3                           | 0,19                           | 4,73                             | 18,0                            |
| 525              | 54         | 17,7                           | 0,18                           | 4,80                             | 28,0                            |
| 525              | 50         | 17,1                           | 0,19                           | 5,69                             | 33,0                            |
| 530              | 43         | 14,1                           | 0,18                           | 2,40                             | 17,0                            |
| 550              | 49         | 17,7                           | 0,19                           | 2,60                             | 14,0                            |
| 550              | 48         | 13,8                           | 0,13                           | 2,07                             | 15,2                            |
| 525              | 47         | 14,1                           | 0,18                           | 2,70                             | 20,0                            |
| 525              | 49         | 19,1                           | 0,22                           | 4,90                             | 26,0                            |
| 525              | 38         | 12,6                           | 0,14                           | 2,87                             | 23,0                            |
| 525              | 46         | 15,2                           | 0,18                           | 3,20                             | 20,7                            |
| 525              | 47         | 22,1                           | 0,19                           | 3,85                             | 17,0                            |
| 525              | 49         | 18,0                           | 0,22                           | 3,67                             | 20,0                            |
| 525              | 48         | 19,1                           | 0,30                           | 3,30                             | 17,0                            |
| 525              | 46         | 18,7                           | 0,18                           | 2,97                             | 16,0                            |
| 525              | 50         | 18,3                           | 0,22                           | 3,90                             | 21,0                            |
| 525              | 45         | 12,6                           | 0,19                           | 2,57                             | 20,0                            |
| 525              | 38         | 11,6                           | 0,18                           | 2,17                             | 20,0                            |

Tabelle 5

| Lfd.<br>Nr.                        | Tierart | Alter | H ä m o l y s e                                 |      |      |      |      |      |      |      | 50 %<br>Hämolyse | Hämatokrit | Gesamt-<br>Hämoglobin<br>in g% | Plasma-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in % |
|------------------------------------|---------|-------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|                                    |         |       | in Prozent der verschiedenen Kochsalzverdünnung |      |      |      |      |      |      |      |                  |            |                                |                                |                                  |                                 |
|                                    |         |       | 0,80                                            | 0,75 | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,47 | 0,40 |                  |            |                                |                                |                                  |                                 |
| 1*)                                | Rüde    | 6 M.  | 12                                              | 14   | 30   | 31   | 50   | 76   | 90   |      | 550              | 43         | 13,2                           | 0,18                           | 2,0                              | 15,0                            |
| 2*)                                | "       | 9 M.  |                                                 |      | 11   | 25   | 36   | 76   | 88   |      | 525              | 42         | 13,2                           | 0,19                           | 1,37                             | 10,5                            |
| 3                                  | "       |       |                                                 |      |      | 1    |      | 7    |      | 70   | 480              | 37         | 13,2                           | 0,10                           | 1,40                             | 10,4                            |
| 4                                  | "       | 3 J.  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 500              | 50         | 17,6                           | 0,14                           | 3,70                             | 21,0                            |
| 5*)                                | "       | 8 M.  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 500              | 46         | 15,4                           | 0,18                           | 2,60                             | 17,0                            |
| 6                                  | "       | 4 J.  |                                                 |      |      |      | 1,7  | 5    | 22   | 70   | 440              | 37         | 12,9                           | 0,18                           | 0,86                             | 7,0                             |
| 7                                  | "       | 5 J.  |                                                 |      |      |      | 2    | 5    | 23   | 60   | 440              | 33         | 10,9                           | 0,19                           | 0,50                             | 4,6                             |
| 8                                  | "       |       |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 500              | 47         | 15,5                           | 0,18                           | 1,61                             | 10,5                            |
|                                    |         |       |                                                 |      |      |      |      |      |      |      |                  |            |                                |                                |                                  |                                 |
| 1                                  | Hündin  | 7 J.  |                                                 |      | 1    | 16   | 40   | 78   |      |      | 520              | 44         | 14,4                           | 0,03                           | 2,90                             | 22,0                            |
| 2                                  | "       | 8 M.  |                                                 |      |      |      | 1    | 14   | 15   | 70   | 440              | 42         | 14,3                           | 0,19                           | 1,80                             | 12,6                            |
| 3                                  | "       | 4 J.  |                                                 |      |      | 1    | 5    | 16   | 77   |      | 470              | 44         | 16,0                           | 0,22                           | 2,90                             | 18,5                            |
| 4                                  | "       | 5 J.  |                                                 |      |      | 1    | 5    | 18   | 78   |      | 480              | 47         | 15,1                           | 0,14                           | 2,82                             | 19,0                            |
| 5                                  | "       | 6 J.  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 525              | 33         | 12,1                           | 0,18                           | 1,80                             | 15,6                            |
| 6                                  | "       | 3 J.  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 500              | 44         | 14,1                           | 0,19                           | 2,60                             | 20,0                            |
| 7                                  | "       |       |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 500              | 47         | 16,2                           | 0,18                           | 2,54                             | 16,0                            |
|                                    |         |       |                                                 |      |      |      |      |      |      |      |                  |            |                                |                                |                                  |                                 |
| Pathologisch (Leptospira canicola) |         |       |                                                 |      |      |      |      |      |      |      |                  |            |                                |                                |                                  |                                 |
| 1                                  | Rüde    | 4 J.  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 500              | 53         | 18,3                           | 0,19                           | 4,80                             | 27,0                            |
| 2                                  | Hündin  | 2 J.  |                                                 |      |      |      |      |      |      |      | 525              | 44         | 15,8                           | 0,19                           | 4,32                             | 28,0                            |

\*) Rüde 5: chron. Rückenekzem

\*) Rüde 1: infiziert mit Staupe

\*) Rüde 2: infiziert mit Staupe

| 50 %<br>Hämolyse | Hämatokrit | Gesamt-<br>Hämoglobin<br>in g% | Plasma-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in g% | Hämolyse-<br>Hämoglobin<br>in % |
|------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 625              | 36         | 11,1                           | 0,18                           | 1,50                             | 13,8                            |
| 575              | 34         | 10,2                           | 0,13                           | 3,10                             | 30,3                            |
| 625              | 30         | 9,4                            | 0,13                           | 1,47                             | 15,7                            |
| 575              | 29         | 8,8                            | 0,14                           | 0,74                             | 8,4                             |
| 625              | 29         | 8,2                            | 0,13                           | 0,76                             | 9,4                             |
| 575              | 28         | 8,5                            | 0,14                           | 0,70                             | 8,4                             |
| 525              | 38         | 8,2                            | 0,18                           | 1,33                             | 16,0                            |
| 560              | 29         | 8,9                            | 0,14                           | 0,89                             | 10,0                            |
| 575              | 32         | 9,6                            | 0,13                           | 1,78                             | 18,4                            |
| 550              | 38         | 10,2                           | 0,14                           | 0,88                             | 8,4                             |
| 425              | 35         | 10,2                           | 0,13                           | 1,53                             | 15,3                            |
| 460              | 32         | 8,1                            | 0,22                           | 1,26                             | 15,6                            |
| 490              | 29         | 8,9                            | 0,09                           | 0,87                             | 10,0                            |
| 525              | 31         | 9,4                            | 0,09                           | 0,74                             | 8,0                             |
| 575              | 33         | 9,1                            | 0,09                           | 1,33                             | 14,6                            |
|                  | 23         | 6,7                            | 0,13                           | 0,36                             | 5,5                             |
| 500              | 21         | 6,0                            | 0,13                           | 0,45                             | 8,5                             |
| 475              | 24         | 7,0                            | 0,13                           | 0,79                             | 11,2                            |
| 450              | 24         | 6,6                            | 0,09                           | 0,36                             | 7,5                             |
| 475              | 29         | 7,7                            | 0,13                           | 0,42                             | 6,0                             |
| 560              | 57         | 15,7                           | 0,09                           | 4,61                             | 29,0                            |
| 425              | 45         | 13,2                           | 0,10                           | 2,98                             | 22,5                            |
| 490              | 43         | 13,0                           | 0,10                           | 2,77                             | 21,3                            |
| 490              | 35         | 11,5                           | 0,08                           | 1,04                             | 9,1                             |
| 475              | 37         | 11,9                           | 0,08                           | 0,80                             | 6,7                             |
|                  | 35         | 9,9                            | 0,09                           | 1,47                             | 15,0                            |
|                  | 30         | 8,7                            | 0,13                           | 0,82                             | 10,0                            |
| 475              | 43         | 11,6                           | 0,14                           | 2,82                             | 24,4                            |
| 625              | 39         | 11,1                           | 0,13                           | 1,78                             | 16,1                            |
| 625              | 34         | 9,1                            | 0,05                           | 0,55                             | 6,1                             |
| 590              | 34         | 8,7                            | 0,22                           | 0,30                             | 3,6                             |
| 580              | 48         | 13,6                           | 0,18                           | 1,98                             | 14,7                            |

## 6. K a l b (Tabelle 6)

Eine Literaturangabe über die R. bei Jungtieren der Gattung Rind findet sich bei B r a u n (3), der bei jüngeren gesunden Kälbern und Feten einen niedrigeren H.-Grad feststellte als bei älteren. Die Untersuchungen wurden an 4 neugeborenen Kälbern des Schwarzbunten Niederungsviehes des unteren Hardthof in Gießen ausgeführt, deren Blut 4 Wochen lang sofort nach der Geburt in Abständen von 5 bis 6 Tagen auf die beiden R.-Arten geprüft wurde. Es handelte sich um 3 Mutterkälber A, B, C und Bullenkalb D (vgl. Zeichnung 2). Sie waren normal geboren und zeigten keine Besonderheiten in klinischer Hinsicht. 13 Kälber verschiedener Rasse, verschiedenen Geschlechtes und Alters bis zu 4 Wochen, die auf dem Gießener Schlachthof geschlachtet wurden, gehörten ebenfalls zu dem Untersuchungsmaterial, um in dieser Entwicklungszeit zu einigen Normalwerten zu gelangen.

Die osm. R. zeigt Schwankungen geringen Grades. Die H. setzte als Minimum-R. bei 0,70 % bis 0,56 % NaCl ein und erreichte ihr Maximum bei 0,40 % bis 0,50 % NaCl, als Maximum-R. Die R.-Breite konnte mit 0,45 % bis 0,62 % NaCl bestimmt werden. Die Werte deckten sich genau mit den Werten der älteren Tiere der Gattung Rind (vgl. H a c e k S. 12). Der Durchschnittswert der osm. R. für Kälber (50 % H.) lag bei 0,53 % NaCl und der der erwachsenen Tiere der Gattung Rind bei der gleichen Kochsalzverdünnung.

Hämatocritmittelwert aller Tiere war  $31,0 \pm 7,8$ , Plasma-Hb. konstant in Grenzen von 0,13 g% bis 0,22 g%, und das Gesamt-Hb. war im Mittelwert 9,9 g%,  $\pm 2,1$ . Der H.-Wert der mech. R. hatte in den ersten Tagen einen verhältnismäßig tiefen Ausgangswert von 5 bis 10 % bei den 3 Mutterkälbern, der am Ende der ersten Woche bzw. im Verlauf der zweiten Woche mehr oder weniger steil anstieg (Mittelwert von etwa 20 %). Gegen Ende der dritten Woche fiel der Durchschnittswert auf 12 % ab und stieg zu Beginn der vierten Woche an. Die H.-Kurve des Bullenkalbs D begann mit einem hohen Anfangswert und fiel allmählich bis zum Ende der dritten Woche auf den Wert von 10 % ab, um dann auf dieser Höhe weiterzulaufen. Die Werte bei Mutterkälbern lagen in den ersten Tagen tief, so daß der durchschnittliche Wert für mech. R. der 5 weiblichen Tiere bei 7,3 % H. und der 3 männlichen Kälber bei 23,1 % H. lag. Ein Gesamtmittelwert aller 32 gemessenen Kälber innerhalb von 4 Wochen nach der Geburt lag für die mech. R. bei 13,0 %,  $\pm 6,4$ , für die Mutterkälber bei 12,0 %,  $\pm 5,5$  und die Bullenkälber bei 15,0 %,  $\pm 8,0$ .

## D i s k u s s i o n

Ziegenblut ist gegenüber dem Blut anderer Tiere und dem des Menschen auffallend labil, wie osm. und mech. R.-Prüfung gezeigt hat (vgl. Tab. 1) Hinsichtlich Aufbau und Permeabilität der E. der Ziege waren in der Literatur keine Hinweise gegeben, um daraus diese Eigenschaft zu erklären. Ziegen E. sind die kleinsten roten Blutkörperchen mit einem Durchmesser von  $3,1\mu$ . Die Kugel ist die günstigste Form hinsichtlich des Verhältnisses von Volumen und Oberfläche. Nehmen wir an, daß die biskuitförmigen E. sich durch osmotischen Ausgleich langsam zur Kugel formen, dann gilt das Gesetz, daß die Oberfläche einer Kugel im Verhältnis zum Volumen mit abnehmendem Radius relativ immer größer wird. Ziegen-E. haben nur den etwa halben Durchmesser der Blutkörperchen der Haussäugetiere Pferd und Hund oder des Menschen. Durch die relativ größere Oberfläche der E. der Ziege kann ein größerer Ionenaustausch bzw. Eintritt von Wasser erfolgen und somit die H. bereits bei niedrigen Kochsalzverdünnungen auslösen. Man erkennt daran, daß der H.-Vorgang nicht durch ein Platzen der E. bewirkt wird; denn sonst müßten die kleinen roten Blutkörperchen mit der relativ großen Oberfläche viel später platzen als die von Pferd, Hund oder Mensch. Durch die relativ große Oberfläche ist auch die geringe mech. R. zu erklären, wobei die Glasperlen eine größere Angriffsfläche zum Zermahlen der E. besitzen.

Wie B r a u n (3) hinwies, soll die Trächtigkeit einen Einfluß auf die R. ausüben. Vielleicht hatte die Trächtigkeit bei den tragenden Rindern und der tragenden Kuh (vgl. Tab. 1) einen Einfluß auf ihre geringe R.

Das Schwanken sowohl der osm. als auch der mech. R. bei Neugeborenen innerhalb der ersten 4 Wochen hängt mit der Umstellung des Placentarkreislaufes auf den Eigenkreislauf des Jungtieres nach der Geburt zusammen, der mit einem schnellen Abbau der fetalen Polyglobulie einhergeht. Der Blutkörperchenzerfall kann das ausgesprochene Bild des Ikterus neoatorum nach H e i l m e y e r (10) herbeiführen. R a d e f f (20) ist der Ansicht, daß der Ikterus neoatorum der Haustiere so selten ist, weil bei Geburt kein überflüssiges Hb. vorhanden ist und die Tiere sich rascher als der Mensch entwickeln. Wahrscheinlich hängt die erhöhte mech. R. der Neugeborenen damit zusammen, daß einmal durch Umstellung des Placentarkreislaufes und zum anderen durch gesteigerte Erythropoese junge E. in den Kreislauf gelangen.

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß vor allem bei der Ziege,

eventuell auch bei Rind und Hund die Werte für mech. und osm. R. im großen gesehen übereinstimmen, d.h. daß z.B. bei der Ziege 37 oder 84 (Tab. 2) bei verhältnismäßig geringer osm. R. von 0,65 % NaCl oder 0,67 % NaCl auch ein verhältnismäßig niedriger Wert von mech. R. 20,0 % oder 24 % entspricht. Dasselbe gilt für Rind 4 oder 1 (Tab. 1) mit 0,50 oder 0,57 % NaCl osm. R. und 12 % oder 21,6 % mech. R. Dagegen zeigen die Tabellen von Pferd und Schwein einen verhältnismäßig hohen Wert von mech. R.

Z u s a m m e n f a s s u n g  
=====

- 1.) Die osmotische Resistenzbreite der Erythrozyten des Pferdes ist 0,55 % NaCl bis 0,56 % NaCl (9 Tiere).
- 2.) Die osmotische Resistenzbreite der Erythrozyten des Kalbes innerhalb der ersten vier Wochen beträgt 0,45 % NaCl bis 0,62 % NaCl.  
Minimum-Resistenz 0,56 % bis 0,70 % NaCl,  
Maximum-Resistenz 0,40 % bis 0,50 % NaCl  
(27 Tiere).
- 3.) Der Hämatocritwert und der Hämoglobingehalt wurden bestimmt  
für die Gattung Rind an 26 Tieren,  
" " " Ziege an 18 Tieren,  
" " " Pferd an 19 Tieren,  
" " " Schwein an 25 Tieren,  
" " " Hund an 16 Tieren,  
beim Kalb an 32 Tieren.
- 4.) Die mechanische Resistenz wurde bei den unter 3.) genannten Tieren ermittelt und, außer bei der Gattung Hund, war die mechanische Resistenz bei männlichen Tieren geringer als bei weiblichen, dagegen bei Kastraten (Pferd und Schwein) höher als bei weiblichen Tieren.

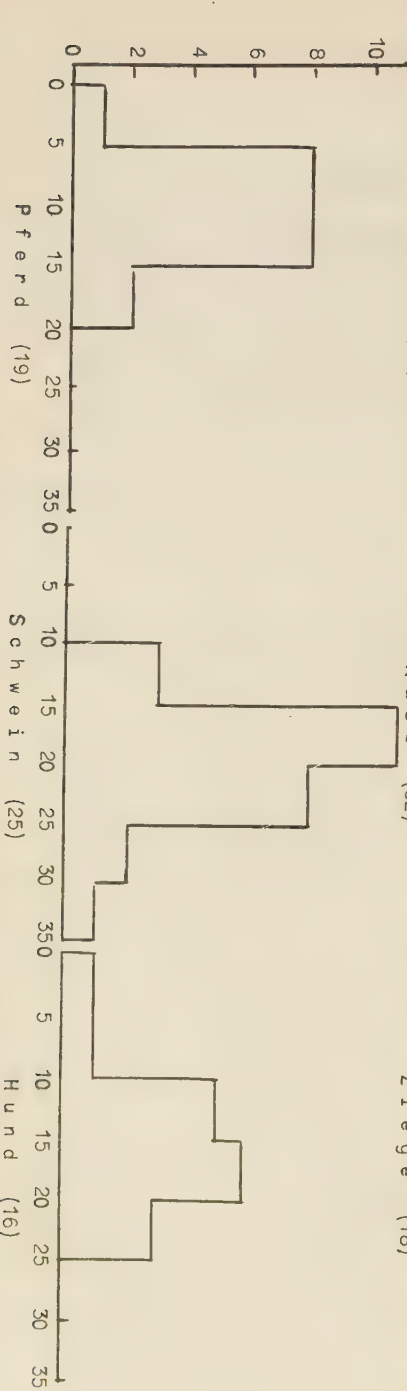
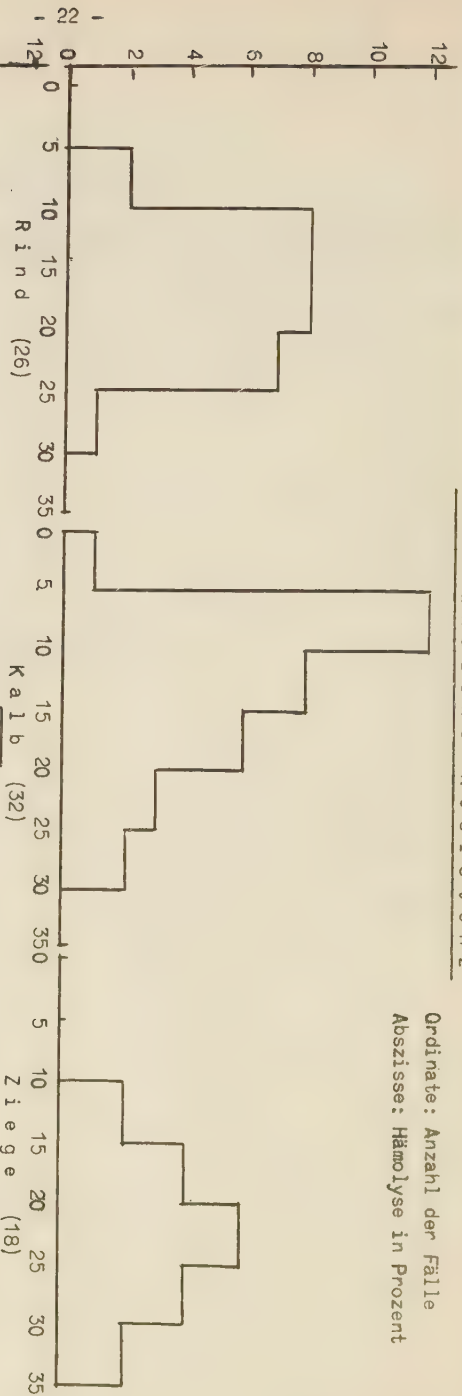
Vgl. hierzu die Übersicht der Ergebnisse S. 21.

# E r g e b n i s s e

| Tierart         | Mech.Resistenz | Osm.Resistenz           | Hämatokrit | Hämoglobin |
|-----------------|----------------|-------------------------|------------|------------|
| Rind gesamt     | 17,3 ± 4,9     |                         | 38,0 ± 4,3 | 12,2 ± 1,5 |
| Kühe            | 15,0 ± 4,3     |                         |            |            |
| Bullen          | 21,8 ± 2,2     |                         |            |            |
| Rinder          | 17,7 ± 5,5     |                         |            |            |
| Ziege gesamt    | 21,5 ± 5,3     |                         | 28,5 ± 4,7 | 10,0 ± 3,9 |
| Ziegen          | 21,0 ± 4,7     |                         |            |            |
| Böcke           | 22,4 ± 6,3     |                         |            |            |
| Pferd gesamt    | 10,3 ± 3,2     | 0,55 % - 0,65 %<br>NaCl | 31,0 ± 3,4 | 11,2 ± 1,1 |
| Stuten          | 10,8 ± 3,1     |                         |            |            |
| Hengst          | 17,5           |                         |            |            |
| Kastrate        | 9,4 ± 2,2      |                         |            |            |
| Schwein gesamt  | 19,5 ± 4,7     |                         |            |            |
| Schweine        | 19,0 ± 3,1     |                         |            |            |
| Kastrate I u.II | 30,5 ± 2,5     |                         |            |            |
| Kastrate        | 18,0 ± 4,2     |                         |            |            |
| Hund gesamt     | 14,6 ± 4,7     |                         | 42,5 ± 5,0 | 14,3 ± 1,7 |
| Hündinnen       | 17,7 ± 2,9     |                         |            |            |
| Rüden           | 12,0 ± 5,2     |                         |            |            |
| Kalb gesamt     | 13,0 ± 6,4     | 0,45 % - 0,62 %<br>NaCl | 31,0 ± 7,8 | 9,9 ± 2,1  |
| M-Kälber        | 12,0 ± 5,5     |                         |            |            |
| B-Kälber        | 15,0 ± 8,0     |                         |            |            |

# Mechanische Resistenz

Ordinate: Anzahl der Fälle  
Abszisse: Hämolysen in Prozent



Hund (16)

# L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s =====

1. A b d e r h a l d e n, R. :    Aufrechterhaltung eines konstanten pH im Blut.  
Med. Klin. (1940) II 1276-1277.
2. B a e n e, V. :            Abhängigkeit der Resistenz der roten Blutkörperchen von der Hämoglobinart.  
Ref.: Ellenberger und Schütz, Jg.(1936) 59.
3. B r a u n, E. :            Die osmotische Hämolyse der roten Blutkörperchen während Brunst und Trächtigkeit des Rindes.  
Ref.: Ellenberger und Schütz, Jg. 1927.
4. C r u z, W. O.    and        Resistance of reticulocytes and young erythrocytes to the action of specific hemolytic serum.  
J u n q u e i r a, P. C. :        Ref.: Kongreßzentralbl.f.I.Med. 141  
                                      (1953) 183.
5. I z z o, M. J.,            Age as affecting the osmotic and mechanical  
    t t e w e r t, J. M.,        fragility of dog erythrocytes tegged with  
    t t e w e r t, W. B.,        radioactive iron.  
    Y o u n g, L. E. :            Ref.: Berichte über Ges. Phys. 150 (1950)  
                                      258.
6. E i f e r t, M. :            Das relative Erythrocyten-Volumen des capillären, venösen und arteriellen Blutes.  
Z.klin.Med. 147/437-442 (1951)
7. F r e t t w u r s t    and        Photometrische Methoden in der medizinischen Chemie.  
    M a e n n c h e n :            Wetzlar Kommissionsverlag 1953, 84.
8. H a c e k, E. :            Die Blutkörperchenresistenz bei Haustieren.  
Ref.: D. Wirth: Grundlagen einer klinischen Hämatologie der Haustiere.  
Verlag Urban-Schwarzenberg Wien (1950).

9. H a r r i s, E. J.    and  
M a i z e l s, M. :  
The permeability of human erythrocytes  
to sodium.  
J. of Phys. 113/506-524 (1951).
10. H e i l m e y e r    und  
B e g e m a n n :  
Handbuch der Inneren Medizin (Blut und  
Blutkrankheiten).  
Springer-Verlag Berlin 1951, vgl. Kap.  
Resistenz, Hämolyse.
11. H o f f, F. :  
Klinische Physiologie und Pathologie.  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1950),  
189 ff.
12. K e p p e l, H. :  
Die Feststellung der Versuchsbedingungen  
für Ultraschallhämolyse mit menschlichem  
Blut.  
Diss. Erlangen (1948) Med. Klinik.
13. L i n d e m a n n, B. :  
Die Röntgenhämolyse als Strukturproblem.  
Ref.: Kongreßzentralbl.f.Inn.Med. 126  
(1950) 104.
14. Derselbe :  
Die osmotische Hämolyse als Strukturpro-  
blem.  
Ref.: Kongreßzentralbl.f.Inn.Med. 123  
(1949) 86.
15. M a s s h o f f, W. and  
G e r o k, W. :  
Das Verhalten des Erythrozytencholeste-  
rins bei der Hämolyse.  
Ref.: Kongreßzentralbl.f.Inn.Med. 141  
(1953) 352.
16. M a t t h e s, M. :  
Über die mechanische Resistenz der  
Erythrozyten.  
Fol.haem. (Lpz.) 70 (1950).
17. M a s s h o f f, W. and  
G e r o k, W. :  
Investigaciones experimentales acerca  
de la destruccion de los erithrocitos.  
Ref.: Kongreßzentralbl.f.Inn.Med. 141  
(1953) 353.
18. v o n M u r a l t, A. :  
Einführung in die praktische Physiologie.  
Berlin, Springer-Verlag (1944), 45.

19. P a r p a r t, A. K. and Green, W. : Einige Probleme in Verbindung mit der Ionenpermeabilität der roten Blutkörperchen.  
Ref.: Berichte ges.Phys.145 (1954) 163.
20. R a d e f f : Fol. haem. (Lpz.) 55 (1936), 267-268.
21. R a f f a e l e, Constanzo M.: Della diversa residenza dei globuli rossi in soluzione di NaCl prima e dopo il sa Casso.  
Ref.: Ellenberger und Schütz, Jg.(1939) 298.
22. R ö t g e r, H. : Permeabilitätsstudien an roten Blutkörperchen in der normalen Schwangerschaft. Arch. Gynäcol. 177/251-260 (1950).
23. S c h e u n e r t - T r a u t m a n n : Lehrbuch der Veterinärphysiologie. Paul Parey Verlag, Berlin (1951), 226 ff.
24. S h u C h u S h e n, Castle, W. B., Fleming, Eleonor M. : Experimental and clinical observations on increased mechanical Fragility of Erythrocytes Science 27. Okt. 1944/387-389.
25. S c h o b e r, F. : Über die Resistenz der roten Blutkörperchen des Hundes nach großen Aderlässen und bei erhöhter Körpertemperatur.  
Wien.tierärztl.Mschrft. 25/549 (1938).
26. S m o r o d i n z e w, I.A. Influence de la température sur la resistance des erythrocytes du gros betail à cornes.  
et F e d i a l, T.P. : Ref.: Ellenberger und Schütz, Jg. 64 (1939) 527.
27. S s e r a f i m o w, B.N. : Einfluß des Gebirgsaufenthaltes auf die Resistenz menschlicher Erythrozyten.  
Fol. haem. (Lpz.) 54 (1936) 261-267.
28. T r a u t m a n n - F i e b i g e r : Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere.  
Paul Larey Verlag, Berlin (1949) 75 ff.

29. de Vries, S. J. : Die Bestimmung des osmotischen Widerstandes der Erythrozyten.  
Ref.: Berichte über Ges.Phys. 129 (1942) 287.
30. Wilbrandt, W. : Geschwindigkeits- und Akzelerationstest der kolloidosmotischen Hämolyse.  
Helv.Phys.Acta 12, 184-190 (1954).
31. Wilbrandt, W. : Die Abhängigkeit der Ionenpermeabilität der Erythrozyten vom glykolytischen Stoffwechsel.  
Pflügers Arch. 243/519-536 (1940).
32. Wilbrandt, W. : Der Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit der roten Blutkörperchen.  
Pflügers Arch. (1941).
33. Winkler und Bengenberg de Jong : Ref.: Handbuch der Inn. Med. Heilmeyer und Begemann (1951) 87 ff.
34. Wolpers, C. : Ref.: Handbuch der Inn. Med. Heilmeyer und Begemann (1951).
35. Young, Lawrence E. : Hemolytic Disorders.  
Bericht über Sympson on Hematology May 9 (1947), Buffalo U.S.A.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor  
Dr. H o r n für die Anregung zu dieser Arbeit und für seine  
richtungweisenden Ratschläge meinen aufrichtigsten Dank aus-  
zusprechen.

### Lebenslauf

Am 13. Juni 1927 wurde ich, Georg Franz Karl Roche, als Sohn des Studienrats Otto Roche und seiner Ehefrau Hedwig Roche, geb. Buchmann, in Oberglogau (Oberschlesien) geboren. Von 1933 bis 1937 besuchte ich in Neiße (Oberschlesien) die Volksschule und anschließend das "Carolinum", Staatl. Oberschule für Jungen, bis zur Obersekunda.

Im September 1943 erfolgte mein Einsatz als Luftwaffenhelfer im ober-schlesischen Industriegebiet. Er dauerte bis Juli 1944. Zu diesem Termin erhielt ich das Abgangszeugnis der Oberschule mit dem "Reifevermerk". Im Oktober 1944 wurde ich zum Arbeitsdienst und im Dezember 1944 zur Wehrmacht eingezogen. Im April 1945 geriet ich in Kriegsgefangenschaft. Nach dreijähriger Gefangenschaft in Frankreich besuchte ich ab Frühjahr 1948 einen einjährigen Kriegsteilnehmerkursus in Geisenheim (Rhein) an der dortigen Oberschule und bestand hier am 1. Februar 1949 die Reifeprüfung mit der Note "Gut". Im Sommersemester 1949 begann ich in Gießen mit dem Studium der Veterinärmedizin, bestand im Frühjahr 1951 die tierärztliche Vorprüfung und im Sommer 1954 die tierärztliche Prüfung. Von Oktober 1952 bis Juli 1953 studierte ich als Hörer im dritten Jahr an der tierärztlichen Hochschule in Alfort bei Paris. Am 1. Oktober 1954 begann ich meine Praktikantenzeit bei Herrn Tierarzt Dr. Lennartz in Bensberg bei Köln.



